

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 1月23日
Date of Application:

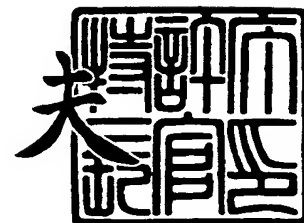
出願番号 特願2004-015555
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2004-015555]

出願人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2004年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 TIA2143
【提出日】 平成16年 1月23日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F01N 3/02
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 斉藤 誠
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 矢羽田 茂人
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 棚川 和治
【特許出願人】
 【識別番号】 000004260
 【氏名又は名称】 株式会社デンソー
【代理人】
 【識別番号】 100067596
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 求馬
 【電話番号】 052-683-6066
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 55087
 【出願日】 平成15年 3月 3日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006334
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9105118

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

排気通路の途中に、排気微粒子を捕集するパティキュレートフィルタを有し、該パティキュレートフィルタの排気微粒子の堆積量が増大すると堆積排気微粒子を燃焼除去して前記パティキュレートフィルタを再生する内燃機関の排気ガス浄化装置において、

前記パティキュレートフィルタの圧力損失を検出する圧力損失検出手段と、

排気微粒子の堆積量と前記圧力損失とを対応付ける堆積特性を、堆積量が 0 の初期点を通る直線を第 1 の特性線として、前記初期点から前記第 1 の特性線を辿って圧力損失が上昇し、所定の遷移点を越えると前記第 1 の特性線よりも緩い傾きの直線を第 2 の特性線として該第 2 の特性線を辿って圧力損失が上昇する堆積特性とし、該堆積特性に基づき、少なくとも前記圧力損失を含む内燃機関の運転状態を入力として堆積量を演算し、該堆積量が所定の再生開始堆積量を越えたか否かにより、前記パティキュレートフィルタを再生するか否かを決定する再生決定手段と、

堆積排気微粒子の燃焼状態を検出する排気微粒子燃焼状態検出手段と、

堆積排気微粒子が燃焼状態にあると、前記第 2 の特性線を堆積量の大きい側に略平行にシフトするように前記堆積特性を補正する補正手段とを具備せしめたことを特徴とする内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの再生開始前に、高温排気ガスに起因する燃焼や前回再生時における中断により生じる排気微粒子の部分的な燃焼により低減した堆積排気微粒子の低減分の積算量を演算する燃焼排気微粒子積算手段を具備せしめ、

前記補正手段は、前記積算量が多いほど、排気微粒子を多く検出する方向に向けて前記第 2 の特性線のシフト量が大きくなるように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記補正手段は、補正後の堆積特性が初期点を通るシフト量を上限とするように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 4】

排気通路の途中に、排気微粒子を捕集するパティキュレートフィルタを有し、該パティキュレートフィルタの排気微粒子の堆積量が増大すると堆積排気微粒子を燃焼除去して前記パティキュレートフィルタを再生する内燃機関の排気ガス浄化装置において、

前記パティキュレートフィルタの圧力損失を検出する圧力損失検出手段と、

排気微粒子の堆積量と前記圧力損失とを対応付ける堆積特性を、堆積量が 0 の初期点を通り圧力損失が高い方に凸となる増加特性線を辿って、前記初期点から圧力損失が上昇する増加特性と、前記初期点を通り圧力損失が低い方に凸となる低減特性線を辿って、前記初期点に向かって圧力損失が低下する低減特性とからなる堆積特性とし、該堆積特性に基づき、前記圧力損失を含む内燃機関の運転状態を入力として堆積量を演算し、該堆積量が所定の再生開始堆積量を越えたか否かにより、前記パティキュレートフィルタを再生するか否かを決定する再生決定手段と、

堆積排気微粒子の燃焼状態を検出する排気微粒子燃焼状態検出手段とを具備せしめ、

かつ、前記再生決定手段を、堆積排気微粒子が燃焼状態にないと、前記増加特性に基づき堆積量を演算し、堆積排気微粒子が燃焼状態にあると、前記低減特性に基づき堆積量を演算するように設定したことを特徴とする内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記再生決定手段を、前記堆積排気微粒子が非燃焼状態から燃焼状態になると、当該時点の圧力損失および堆積量を通る前記低減特性の傾き（ゲイン）に基づいて排気微粒子の堆積量を演算し、

前記堆積排気微粒子が燃焼状態から非燃焼状態になると、当該時点の圧力損失および排気微粒子堆積量を通る前記増加特性の傾き（ゲイン）に基づいて排気微粒子の堆積量を演

算するように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記増加特性線は 2 種類の直線からなり、

前記増加特性は、前記初期点を通る直線を増加第 1 特性線として、前記初期点から前記増加第 1 特性線を辿って圧力損失が上昇し、増加時遷移点を越えると前記増加第 1 特性線よりも緩い傾きの直線を増加第 2 特性線として、該増加第 2 特性線を辿って圧力損失が上昇する増加特性である内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 7】

請求項 4 ないし 6 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記低減特性線は 2 種類の直線からなり、

前記低減特性は、現在の圧力損失および堆積量を通る直線を低減第 1 特性線として、該低減第 1 特性線を辿って圧力損失が低下し、低減時遷移点を越えると前記低減第 1 特性線よりも緩い傾きの直線を低減第 2 特性線として、該低減第 2 特性線を圧力損失が前記初期点に向かって低減する低減特性である内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 8】

請求項 4 または 5 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記増加特性線および前記低減特性線はそれぞれ 2 種類の直線からなり、

前記堆積特性は、前記初期点を通る直線を増加第 1 特性線として、前記初期点から前記増加第 1 特性線を辿って圧力損失が上昇し、所定の増加時遷移点を越えると前記増加第 1 特性線よりも緩い傾きの直線を増加第 2 特性線として、該増加第 2 特性線を圧力損失が上昇する増加特性と、現在の堆積量を通る直線を低減第 1 特性線として、該低減第 1 特性線を圧力損失が低下し、低減時遷移点を越えると前記低減第 1 特性線よりも緩い傾きの直線を低減第 2 特性線として、該低減第 2 特性線を圧力損失が前記初期点に向かって低下する低減特性とからなる堆積特性であり、

かつ、前記増加第 1 特性線と前記低減第 1 特性線との位置関係と、前記増加第 2 特性線と前記低減第 2 特性線との位置関係とのうち、少なくとも一方が平行の関係である内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記再生決定手段は、前記堆積排気微粒子が非燃焼状態から燃焼状態になると、当該時点の差圧および堆積量を通る前記低減第 1 特性線に基づいて堆積量を演算するように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの再生開始前に、高温度排気ガスに起因する燃焼や前回再生時における中断により生じる排気微粒子の部分的な燃焼により低減した堆積排気微粒子の低減分の積算量を演算する燃焼排気微粒子積算手段を具備せしめ、

前記再生決定手段は、前記積算量が予め設定した所定の積算量になると、堆積特性を前記低減第 2 特性線に固定するように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 11】

請求項 2 または 10 いずれか記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記燃焼排気微粒子積算手段は、圧力損失の減少量を排気微粒子の堆積量の減少量に換算した値に、内燃機関の運転状態を入力として演算された排気微粒子の新たな堆積分を加算して、加算値を前記堆積排気微粒子の低減分とする第 1 の演算手段と、前記パティキュレートフィルタの温度に基づいて前記堆積排気微粒子の低減分を演算する第 2 の演算手段と、前記内燃機関が定常運転か否かの判定を行う定常運転判定手段と、前記判定が肯定判断されると前記第 1 の演算手段から得られた前記堆積排気微粒子の低減分により前記積算量を更新し、前記判定が否定判断されると前記第 2 の演算手段から得られた前記堆積排気微粒子の低減分により前記積算量を更新する更新手段とを具備する構成とした内燃機関の排気ガス浄化

装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記定常運転判定手段は、前記パティキュレートフィルタの温度分布を推定し、温度分布が略均一のときには定常運転と判断するように設定した内燃機関の排気ガス浄化装置。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 内燃機関の排気ガス浄化装置****【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の排気ガス浄化装置に関し、特にパティキュレートフィルタを再生する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、自動車等に搭載される内燃機関では、排気エミッションの向上が要求されており、特に軽油を燃料とする圧縮着火式のディーゼルエンジンでは、CO、HC、NO_xに加え、排気ガス中に含まれる煤やSOF等の排気微粒子を除去することが必要になる。このため、排気通路にパティキュレートフィルタを配置し、ここで、排気ガス中の排気微粒子を捕集している。

【0003】

パティキュレートフィルタは、流入した排気ガスに多孔質の隔壁を透過させ、その際に、隔壁の表面や細孔で排気ガス中の排気微粒子を捕集する。捕集されて堆積する量が過剰に増えると、パティキュレートフィルタにおける流通抵抗の増大で内燃機関の背圧が上昇し、出力の低下等をもたらす。このため、パティキュレートフィルタに捕集された排気微粒子をパティキュレートフィルタから適宜、除去してパティキュレートフィルタを再生する。

【0004】

パティキュレートフィルタの再生を内燃機関の運転中に可能としたものとして、パティキュレートフィルタに白金等の酸化触媒を設けて、酸化触媒の酸化作用を利用したものがある。このものでは、例えば排気行程において燃料を噴射するポスト噴射により燃料をパティキュレートフィルタに供給し、その燃焼熱を利用して、噴射燃料に比して酸化しにくい堆積排気微粒子を酸化、除去する。

【0005】

パティキュレートフィルタの再生は頻繁に行うと燃費が悪化し、一方、次に再生するまでの間が空きすぎると、排気微粒子の堆積量が過剰で、再生処理において排気微粒子が急速に燃焼して、パティキュレートフィルタが異常な高温となり、破損するおそれがある。このため、排気微粒子の堆積量の多少を判断し、再生時期を決定するのが望ましい。特許文献1には、パティキュレートフィルタへの排気微粒子の堆積量の増大による前記通気抵抗の増大で、パティキュレートフィルタの入口と出口との間の差圧が増大することを利用して、この差圧を検出し、検出差圧が所定値を越えると再生すべき時期と判じるものが開示されている。

【特許文献1】 特開平7-332065号

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、前記特許文献1の技術では、差圧を含む内燃機関の運転状態が同じであっても、実際の排気微粒子の堆積量が異なるという問題があり、必ずしも十分な精度で排気微粒子の堆積量の多少を判断することができない。

【0007】

本発明は前記実情に鑑みなされたもので、再生時期を適正に決定し得る内燃機関の排気ガス浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

発明者らは、パティキュレートフィルタに関し、排気微粒子の堆積と、これが排気ガスの流通におよぼす影響について鋭意実験研究を重ねた結果、パティキュレートフィルタの入口側と出口側との間の差圧、すなわちパティキュレートフィルタにおける堆積量と圧力

損失とを対応付ける堆積特性が、堆積が進行する過程において、圧力損失が高い方に凸となる堆積特性となることがわかった。詳しくは、堆積量が0の初期点を通る直線を第1の特性線（以下、適宜、増加第1特性線という）として該第1の特性線上を辿って圧力損失が上昇し、遷移点を越えると前記第1の特性線よりも緩い傾きの直線を第2の特性線（以下、適宜、増加第2特性線という）として該第2の特性線上を辿って圧力損失が上昇する堆積特性となる。この、遷移点を挟む前後で2つの特性線が異なる傾向を示すのは、パティキュレートフィルタにおける圧力損失が、最初は、パティキュレートフィルタの細孔の空間容積に対し、排気微粒子が詰まっている容積の割合で増大するのに対して、細孔が排気微粒子により略詰まってしまうと、今度は圧力損失が排気微粒子の堆積層の厚さに応じて増大するためと認められる。

【0009】

一方、パティキュレートフィルタに堆積した排気微粒子が燃焼、消失して排気微粒子の堆積量が低減する場合を考えると、この場合には、前記特性線上を辿らない。すなわち、堆積量と圧力損失とを対応付ける堆積特性が、排気微粒子が堆積していく増加特性と、排気微粒子が燃焼して堆積量が低減していく低減特性とが異なる堆積特性となる。堆積排気微粒子の堆積量が低減する過程においては、圧力損失が低い側に凸となるプロファイルを呈する。詳しくは、堆積特性は、現在の堆積量を通る直線を低減第1特性線として該低減第1特性線上を圧力損失が低下し、低減時遷移点を越えると前記低減第1特性線よりも緩い傾きの直線を低減第2特性線として該低減第2特性線上を辿って圧力損失が前記初期点に向かって低下する低減特性となる。これは、パティキュレートフィルタにおいて、堆積層を形成する排気微粒子に先立って、細孔に詰まっている排気微粒子が燃焼することによるものと認められる。

【0010】

また、堆積排気微粒子の燃焼が停止し、新たな排気微粒子の捕集により、堆積量が増加に転じると、当該時点の圧力損失および堆積量を通る増加第2特性線上を圧力損失が上昇する。既に前記堆積層が形成されているので、この新たに捕集される排気微粒子は細孔を再び埋めることには寄与せず、前記堆積層の厚さをさらに厚くしていくことに寄与し、堆積量に対する圧力損失の傾きは燃焼前と同程度となる。そして、前記のごとく細孔の排気微粒子の堆積量が減っているため、増加第2特性線（第2特性線）が、燃焼で減じられた堆積排気微粒子の量に応じて堆積量の大側にシフトしていくことになる。この、堆積排気微粒子が一部燃焼した後で堆積量が増加するときに圧力損失および堆積量がしたがう堆積特性を、仮に堆積量の小側に延長したとすれば、遷移点が初期点に近い増加特性となる。

【0011】

堆積排気微粒子の燃焼はパティキュレートフィルタの再生開始前にも内燃機関の運転状態などによっては高温排気ガスに起因して生じる。このため、増加特性と低減特性とが異なることに起因した堆積量の検出誤差が生じるおそれがあり、再生開始時期の判断に影響を及ぼす。また、前回のパティキュレートの再生時において再生が完了せず中断してしまった場合にも、前記のような、排気微粒子の部分的燃焼による問題が生じる。本発明はかかる知見に基づきなされたものである。

【0012】

請求項1記載の発明では、排気通路の途中に、排気微粒子を捕集するパティキュレートフィルタを有し、該パティキュレートフィルタの排気微粒子の堆積量が増大すると堆積排気微粒子を燃焼除去して前記パティキュレートフィルタを再生する内燃機関の排気ガス浄化装置において、

前記パティキュレートフィルタの圧力損失を検出する圧力損失検出手段と、

排気微粒子の堆積量と前記圧力損失とを対応付ける堆積特性を、堆積量が0の初期点を通る直線を第1の特性線として、前記初期点から前記第1の特性線を辿って圧力損失が上昇し、所定の遷移点を越えると前記第1の特性線よりも緩い傾きの直線を第2の特性線として該第2の特性線を辿って圧力損失が上昇する堆積特性とし、該堆積特性に基づき、少なくとも前記圧力損失を含む内燃機関の運転状態を入力として堆積量を演算し、該堆積量

が所定の再生開始堆積量を越えたか否かにより、前記パティキュレートフィルタを再生するか否かを決定する再生決定手段と、

堆積排気微粒子の燃焼状態を検出する排気微粒子燃焼状態検出手段と、

堆積排気微粒子が燃焼状態にあると、前記第2の特性線を堆積量の大きい側に略平行にシフトするように前記堆積特性を補正する補正手段とを具備せしめる。

【0013】

堆積排気微粒子が燃焼状態にあると、前記第2の特性線が堆積量の大きい側に略平行にシフトして、堆積量の演算に用いられる堆積特性が実際の堆積特性に近づく。これにより、排気微粒子の堆積量を高精度に得ることができる。ここで、かかる堆積特性の補正のないものであると、堆積量の演算値が実際の堆積量よりも小さくなるから、急速燃焼の発生を十分に回避することができない。このため、再生開始堆積量を小さめに設定するなどの措置が必要になって再生頻度が増えるおそれがあるが、本発明によれば再生頻度を適正化することができる。

【0014】

請求項2記載の発明では、請求項1の発明の構成において、前記パティキュレートフィルタの再生開始前に、高温排気ガスに基因する燃焼や前回再生時における中断により生じる排気微粒子の部分的な燃焼により低減した低減分の堆積排気微粒子の積算量を演算する燃焼排気微粒子積算手段を具備せしめ、

前記補正手段は、前記積算量が多いほど、排気微粒子を多く検出する方向に向けて前記第2の特性線のシフト量が大きくなるように設定する。

【0015】

パティキュレートフィルタの再生開始前に燃焼により低減した堆積排気微粒子の積算量が多いほど細孔内の堆積排気微粒子が少なくなっている。積算量が多いほど前記第2の特性線のシフト量が大きくなるようにすることで、補正後の堆積特性がより適正なものとなる。

【0016】

請求項3記載の発明では、請求項1または2の発明の構成において、前記補正手段は、補正後の堆積特性が初期点を通るシフト量を上限とするように設定する。

【0017】

初期点を通る第2の特性線は細孔内に堆積排気微粒子が全くないときの特性線であるから、これが第2の特性線の限界である。したがって、補正後の堆積特性が初期点を通るシフト量を上限とすることで、さらに高精度化に堆積量を求めることができる。

【0018】

請求項4記載の発明では、排気通路の途中に、排気微粒子を捕集するパティキュレートフィルタを有し、該パティキュレートフィルタの排気微粒子の堆積量が増大すると堆積排気微粒子を燃焼除去して前記パティキュレートフィルタを再生する内燃機関の排気ガス浄化装置において、

前記パティキュレートフィルタの圧力損失を検出する圧力損失検出手段と、

排気微粒子の堆積量と前記圧力損失とを対応付ける堆積特性を、堆積量が0の初期点を通り圧力損失が高い方に凸となる増加特性線を辿って、前記初期点から圧力損失が上昇する増加特性と、前記初期点を通り圧力損失が低い方に凸となる低減特性線を辿って、前記初期点に向かって圧力損失が低下する低減特性とからなる堆積特性とし、該堆積特性に基づき、少なくとも前記圧力損失を含む内燃機関の運転状態を入力として堆積量を演算し、該堆積量が所定の再生開始堆積量を越えたか否かにより、前記パティキュレートフィルタを再生するか否かを決定する再生決定手段と、

堆積排気微粒子の燃焼状態を検出する排気微粒子燃焼状態検出手段とを具備せしめ、

かつ、前記再生決定手段を、堆積排気微粒子が燃焼状態にないと、前記増加特性に基づき堆積量を演算し、堆積排気微粒子が燃焼状態にあると、前記低減特性に基づき堆積量を演算するように設定する。

【0019】

排気微粒子の増加時および低減時に、それぞれに適合した特性に基づいて、堆積量が演算されるから、排気微粒子の堆積量を高精度に得ることができる。単に堆積排気微粒子の燃焼を考えない増加特性に基づいて堆積量を演算するものでは演算になる堆積量が実際の堆積量よりも小さくなるから、急速燃焼の発生を十分に回避することができない。このため、再生開始堆積量を小さめに設定するなどの措置が必要になって再生頻度が増えるおそれがあるが、本発明によれば再生頻度を適正化することができる。

【0020】

請求項5記載の発明では、請求項4の発明の構成において、前記再生決定手段を、前記堆積排気微粒子が非燃焼状態から燃焼状態になると、当該時点の圧力損失および堆積量を通る前記低減特性の傾き(ゲイン)に基づいて排気微粒子の堆積量を演算し、前記堆積排気微粒子が燃焼状態から非燃焼状態になると、当該時点の圧力損失および排気微粒子堆積量を通る前記増加特性の傾き(ゲイン)に基づいて排気微粒子の堆積量を演算するように設定する。

【0021】

堆積排気微粒子が燃焼状態であるか否かにより堆積排気微粒子が増加状態か低減状態かが知られ、増加特性と低減特性とのいずれのうち適正な方に基づいて堆積量が演算される。

【0022】

請求項6記載の発明では、請求項4または5の発明の構成において、前記増加特性線は2種類の直線からなり、

前記増加特性は、前記初期点を通る直線を増加第1特性線として、前記初期点から前記増加第1特性線を辿って圧力損失が上昇し、増加時遷移点を越えると前記増加第1特性線よりも緩い傾きの直線を増加第2特性線として、該増加第2特性線上を辿って圧力損失が上昇する増加特性とする。

【0023】

実際の増加特性に合致しているため精度がよく、しかも簡単な直線で表し得るので、実施が容易である。

【0024】

請求項7記載の発明では、請求項4または5の発明の構成において、前記低減特性線は2種類の直線からなり、

前記低減特性は、現在の圧力損失および堆積量を通る直線を低減第1特性線として、該低減第1特性線上を辿って圧力損失が低下し、低減時遷移点を越えると前記低減第1特性線よりも緩い傾きの直線を低減第2特性線として、該低減第2特性線上を圧力損失が前記初期点に向かって低減する低減特性とする。

【0025】

堆積特性を2つの直線で簡単に表し得るので、実施が容易である。

【0026】

請求項8記載の発明では、請求項4または5の発明の構成において、前記増加特性線および前記低減特性線はそれぞれ2種類の直線からなり、

前記堆積特性は、前記初期点を通る直線を増加第1特性線として、前記初期点から前記増加第1特性線を辿って圧力損失が上昇し、所定の増加時遷移点を越えると前記増加第1特性線よりも緩い傾きの直線を増加第2特性線として、該増加第2特性線上を圧力損失が上昇する増加特性と、現在の堆積量を通る直線を低減第1特性線として、該低減第1特性線上を圧力損失が低下し、低減時遷移点を越えると前記低減第1特性線よりも緩い傾きの直線を低減第2特性線として、該低減第2特性線上を圧力損失が前記初期点に向かって低下する低減特性とからなる堆積特性であり、

かつ、前記増加第1特性線と前記低減第1特性線との位置関係と、前記増加第2特性線と前記低減第2特性線との位置関係とのうち、少なくとも一方が平行の関係であるものとする。

【0027】

増加特性、低減特性ともに、それぞれ2つの直線で簡単に表し得るので、実施が容易である。

【0028】

さらに、前記のごとく増加第1特性線で規定される圧力損失の上昇は細孔が排気微粒子で詰まることが支配要因であり、低減第1特性線で規定される圧力損失の低下は細孔の排気微粒子が燃焼、除去されることが支配要因である。すなわち、作用の方向は逆でも、いずれも細孔内の堆積排気微粒子の増減に基因している。したがって、堆積量に対する圧力損失の傾きは増加第1特性線と低減第1特性線とで相当程度等しい。増加第1特性線と低減第1特性線とが平行になるようにすることで、堆積特性が適正化される。

【0029】

また、増加第2特性線で規定される圧力損失の上昇は細孔が排気微粒子で略詰まった後、堆積層の厚さを増すことが支配要因であり、低減第2特性線で規定される圧力損失の低下は堆積層を形成する排気微粒子が燃焼、除去して厚さを減らすことが支配要因である。すなわち、作用の方向は逆でも、いずれもパーティキュレートフィルタの隔壁の表面の堆積排気微粒子の増減に基因している。したがって、堆積量に対する圧力損失の傾きは増加第2特性線と低減第2特性線とで相当程度等しい。増加第2特性線と低減第2特性線とが平行になるようにすることで、堆積特性が適正化される。

【0030】

請求項9記載の発明では、請求項7または8の発明の構成において、前記再生決定手段は、前記堆積排気微粒子が非燃焼状態から燃焼状態になると、当該時点の圧力損失および堆積量を通る前記低減第1特性線に基づいて堆積量を演算するように設定する。

【0031】

堆積排気微粒子が燃焼状態であれば、堆積排気微粒子の低減量が低減時遷移堆積量に達するまでは低減第1特性線を辿って圧力損失が低下していくものと判断することができるから、低減第1特性線に基づいて排気微粒子の堆積量を演算することで、堆積微粒子の堆積量を高精度に知ることができる。

【0032】

請求項10記載の発明では、請求項9の発明の構成において、前記パーティキュレートフィルタの再生開始前に、高温度排気ガスに基因する燃焼や前回再生時における中断により生じる排気微粒子の部分的な燃焼により低減した堆積排気微粒子の低減分の積算量を演算する燃焼排気微粒子積算手段を具備せしめ、

前記再生決定手段は、前記積算量が予め設定した所定の積算量になると、堆積特性を前記低減第2特性線に固定するように設定する。

【0033】

前記のごとく低減第1特性線上を辿って圧力損失が低下するのは、細孔内の排気微粒子が燃焼することが支配要因である。したがって、細孔内の排気微粒子がすべて燃焼し尽くした後は、堆積特性は、初期点に向かう低減第2特性線で足りることになる。前記所定の積算量は、細孔内の排気微粒子がすべて燃焼し尽くしたとみなせる値に設定すればよい。細孔内には、燃焼が最初に生じる前には、排気微粒子の堆積初期において増加時遷移点までに捕集された排気微粒子が詰まっている。したがって、前記所定の積算量は、増加時遷移点における堆積量に設定することができる。

【0034】

請求項11記載の発明では、請求項2または10の発明の構成において、前記燃焼排気微粒子積算手段は、圧力損失の減少量を排気微粒子の堆積量の減少量に換算した値に、内燃機関の運転状態を入力として演算された排気微粒子の新たな堆積分を加算して、加算値を前記堆積排気微粒子の低減分とする第1の演算手段と、前記パーティキュレートフィルタの温度に基づいて前記堆積排気微粒子の低減分を演算する第2の演算手段と、前記内燃機関が定常運転か否かの判定を行う定常運転判定手段と、前記判定が肯定判断されると前記第1の演算手段から得られた前記堆積排気微粒子の低減分により前記積算量を更新し、前記判定が否定判断されると前記第2の演算手段から得られた前記堆積排気微粒子の低減分

により前記積算量を更新する更新手段とを具備する構成とする。

【0035】

前記高温排気ガスに基因する燃焼や前回再生時における中断により生じる排気微粒子の部分的な燃焼により低減した堆積排気微粒子の低減分は、定常運転時には、圧力損失の減少量を排気微粒子の堆積量の減少量に換算した値に基づいて求めるのがより正確であり、温度分布の均一性が低下し圧力損失の減少量から堆積量の減少量への換算精度に影響が現れる非定常運転時には、パティキュレートフィルタの温度から求めるのがより正確である。2種類の演算手段を設けることで、積算量を高精度に求め得る。

【0036】

請求項12記載の発明では、請求項11の発明の構成において、前記定常運転判定手段は、前記パティキュレートフィルタの温度分布を推定し、温度分布が略均一のときには定常運転と判断するように設定する。

【0037】

定常運転時には排気ガスが絶えず略同じ温度でパティキュレートフィルタに流入するので、温度分布が均一であれば定常運転と判断することができる。非定常運転時にはパティキュレートフィルタに流入する排気ガスの温度がそれまでと変わるので、温度分布が均一でなければ非定常運転と判断することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

(第1実施形態)

図1に本発明を適用した第1実施形態になるディーゼルエンジンの構成を示す。ディーゼルエンジンは、4気筒を備えたエンジン本体1に、吸気通路2の最下流部である吸気マニホールド21と、排気通路3の最上流部である排気マニホールド31とが接続され、排気通路3は、排気マニホールド31の集合部にパティキュレートフィルタ32が連なっている。パティキュレートフィルタ32は、コーディエライトや炭化珪素等の多孔質セラミック製のハニカム構造体の流路を目封じしてフィルタ本体4を形成したもので、入口32aから流入したエンジン本体1の各気筒からの排気ガスが、多孔質の隔壁を透り、出口32bから下流へと流れていく。このとき、パティキュレートフィルタ32には、排気ガスに含まれる排気微粒子が捕集され、走行距離に応じて堆積していく。また、パティキュレートフィルタ32のフィルタ本体4の表面には白金やパラジウム等の貴金属を主成分とする酸化触媒が担持されており、所定の温度条件下で排気微粒子を酸化、燃焼し、除去する。

【0039】

エンジン本体1のインジェクタ等、エンジン各部を制御するECU51が設けられている。

【0040】

ECU51には、運転状態を示す種々の信号が入力している。この中には、パティキュレートフィルタ32に堆積する排気微粒子の堆積量を知るための信号も含まれており、そのためのセンサが設けられている。すなわち、排気通路3には管壁を貫通して温度センサ53a、53bが設けてあり、排気温度を検出するようになっている。温度センサ53a、53bはパティキュレートフィルタ32の直上流と直下流とのそれぞれに設けられている。温度センサ53aの検出温度は、パティキュレートフィルタ32の入口32aにおける、流通する排気ガスの温度であり、以下、DPF入口温度という。温度センサ53bの検出温度は、パティキュレートフィルタ32の出口32bにおける、流通する排気ガスの温度であり、以下、DPF出口温度という。DPF入口温度とDPF出口温度からはパティキュレートフィルタ32の温度（以下、適宜、DPF温度という）を演算する。

【0041】

また、排気通路3には、パティキュレートフィルタ32の直上流側で分岐する第1の分岐通路33aと、パティキュレートフィルタ32の直下流側で分岐する第2の分岐通路33bとが接続され、両分岐通路33a、33bに介設された圧力損失検出手段である差圧

センサ 54 が、パティキュレートフィルタ入口 32a とパティキュレートフィルタ出口 32b との差圧を検出するようにになっている。この差圧はパティキュレートフィルタ 32 における圧力損失を示している。

【0042】

また、吸気通路 2 にはエアフローメータ 52 が設けられ、吸入ガス量を検出するようにになっている。

【0043】

その他、ECU 51 に、アクセル開度、冷却水温等の運転状態を示すパラメータが入力しているのは勿論である。

【0044】

ECU 51 はマイクロコンピュータを中心に構成された一般的な構成のもので、その ROM には、内燃機関各部を制御するための運転制御プログラムの他、パティキュレートフィルタ 32 の排気微粒子の堆積量の算出や、堆積量の算出値に基づいてパティキュレートフィルタ 32 を再生するか否かを判断する再生制御プログラムや、この算出プログラムで用いられる堆積特性を特定する情報が格納されている。

【0045】

再生制御プログラムの内容に先立ち、発明者らが、パティキュレートフィルタに関し、排気微粒子の堆積と、これが排気ガスの流通におよぼす影響について鋭意実験研究を重ねた結果得た知見について説明する。図 2 は、排気微粒子が堆積していない新品若しくはパティキュレートフィルタ 32 を完全に再生した直後の状態から排気微粒子が堆積していくときの圧力損失 ΔP と PM 堆積量 ML との関係を示すもので、圧力損失 ΔP は PM 堆積量 ML の増加に応じて上昇する。圧力損失 ΔP と PM 堆積量 ML との関係のプロファイルは上に凸となる。詳しくは、特性線が直線で表され、PM 堆積量 ML がある大きさになる点（以下、適宜、遷移点または増加時遷移点という）で前記直線の傾きが不連続に変化する（以下、適宜、前記ある大きさを遷移点堆積量若しくは増加時遷移点堆積量という）。PM 堆積量 ML が遷移点堆積量を越えると前記傾きが緩やかになる。すなわち 2 本の直線で排気微粒子の増加時の堆積特性が近似される。

【0046】

ここで、遷移点を挟んで前記傾きが異なることについて説明する。図 3 (A)、図 3 (B)、図 3 (C) は、パティキュレートフィルタ本体 4 の隔壁（以下、適宜、DPF 壁という）で排気微粒子の堆積が進行していく様子を示しており、この順に、PM 堆積量が多くなる。

【0047】

図 3 (A) は新品若しくはパティキュレートフィルタ 32 を完全に再生した直後の、排気微粒子が堆積していない状態であり、パティキュレートフィルタ本体 4 の隔壁を排気微粒子が透過する際における圧力損失は、パティキュレートフィルタ 32 の形状諸元で規定される。

【0048】

この状態から図 3 (B) に示すように、排気微粒子が、上流側の DPF 壁表面に堆積したり、細孔に詰まって、圧力損失 ΔP が上昇するが、図中、矢印で示すように、排気ガスは細孔に向かうように流れが形成されるので、最初のうちは細孔が詰まることが圧力損失 ΔP を上昇させる支配要因となる。

【0049】

細孔の多くが詰まり、DPF 壁表面の全面に PM 堆積層が形成されると、今度は、図 3 (C) に示すように、排気ガス中の排気微粒子により PM 堆積層の厚さが増していくことになる。ここでは、DPF 壁表面を覆う PM 堆積層が厚くなることが圧力損失 ΔP を上昇させる支配要因となる。

【0050】

このように、細孔の多くが詰まり、全面に PM 堆積層が形成される遷移点の前と後とで圧力損失 ΔP を上昇させる支配要因が異なる。細孔に排気微粒子が詰まっていない状態で

は良好に流通が自在であった細孔が、排気微粒子が細孔で捕集されて細孔に詰まると、急激に圧力損失が増大するので、細孔の多くが詰まってしまうまでは、前掲図 2 に示すように、PM 堆積量 ML に対する圧力損失 ΔP の変化率は比較的、大きい（PM 増加第 1 特性線）。一方、細孔の多くが詰まってしまった以降では圧力損失 ΔP の上昇の支配要因が PM 堆積層が厚くなることに変わるから、PM 堆積量に対する圧力損失 ΔP の変化率は緩やかなものになる（PM 増加第 2 特性線）。

【0051】

次に示す図 4 は、排気微粒子が堆積した状態から排気微粒子が燃焼して PM 堆積量が減少していくときの圧力損失 ΔP と PM 堆積量 ML との関係を示すもので、排気微粒子の堆積量が増加していくときとは逆に下に凸となる。また、特性線は直線で表され、PM 堆積量 ML がある大きさだけ低減した点（以下、適宜、遷移点若しくは低減時遷移点という）で傾きが不連続に変化する（以下、適宜、遷移点堆積量若しくは低減時遷移点堆積量という）。すなわち 2 本の直線で排気微粒子の低減時の堆積特性が近似される。

【0052】

これを図 5（A）、図 5（B）、図 5（C）により説明する。図 5（A）～図 5（C）は、パティキュレートフィルタ 32 に堆積した排気微粒子が燃焼、消失していく様子を示しており、この順に燃焼が進行する。排気微粒子は堆積時には細孔が詰まり DPF 壁表面の全面に PM 堆積層が形成された後、その厚さが増していくという過程を経たが、燃焼で低減する場合には、先ず細孔内に詰まった排気微粒子から燃焼、消失し（図 5（A）、図 5（B））、その後、DPF 壁表面の排気微粒子が燃焼、消失していくことになる（図 5（C））。

【0053】

したがって、細孔に詰まった排気微粒子が除去されることで、急速に圧力損失 ΔP が減少し（PM 低減第 1 特性線）、細孔の目詰まりの多くが回復し、DPF 壁の表面に堆積した排気微粒子が燃焼、消失する段階になると、圧力損失 ΔP の減少が緩やかになるものと認められる（PM 低減第 2 特性線）。

【0054】

図 6 は増加時の堆積特性と低減時の堆積特性とを併せたものである。ここで、PM 増加第 1 特性線は細孔に排気微粒子が詰まっていく過程に対応するものであり、PM 低減第 1 特性線は細孔に詰まった排気微粒子が消失する過程に対応するものである。いずれも、細孔内の堆積排気微粒子の増減に基因しているので、特性線の傾きは実質的に同じであり、PM 増加第 1 特性線と PM 低減第 1 特性線とは平行となる。また、PM 増加第 2 特性線は、細孔が略詰まった後、DPF 壁表面の PM 堆積層の厚さが増していく過程に対応するものであり、PM 低減第 2 特性線は細孔内の排気微粒子が燃焼し尽くした後、PM 堆積層の厚さが減っていく過程に対応するものである。いずれも、PM 堆積層をなす堆積排気微粒子の増減に基因しているので、特性線の傾きは実質的に同じであり、PM 増加第 2 特性線と PM 低減第 2 特性線とは平行となる。

【0055】

ECU 51 の ROM には、通常の特性線として、増加時遷移点までの PM 増加第 1 特性線と、増加時遷移点以降の PM 増加第 2 特性線とが記憶されている。特性線は、予め実験などにより設定される。

【0056】

図 7、図 8 に、ECU 51 で実行されるパティキュレートフィルタ 32 の再生に関する制御内容を示す。ステップ S101 では、前回エンジン停止時の排気微粒子の堆積量（以下、適宜、PM 堆積量という）の算出値、再生開始前に燃焼した堆積排気微粒子の積算量（以下、適宜、積算 PM 燃焼量という）を読み込む。

【0057】

ステップ S102、S103、S105、S106 は再生決定手段としての処理で、ステップ S104 は補正手段としての処理である。ステップ S102 では、特性式補正フラグがオンか否かを判定する。否定判断されると、ステップ S103 で通常の特性式により

PM堆積量を算出し、ステップS106に進む。肯定判断されると、ステップS104で後述する積算PM燃焼量（ステップS111）より特性式の補正量を算出するとともに特性式を補正する。ステップS105では補正後の特性式によりPM堆積量を算出し、ステップS106に進む。

【0058】

前記PM堆積量の算出は、圧力損失 ΔP を入力として、前記のごとく通常の特性格線や補正後の特性式に基づいてなされるが、差圧センサ54で検出される圧力損失はパティキュレートフィルタ32を流通する排気ガスの流速に依存するから、PM堆積量MLの算出では排気流量から知られる前記流速を考慮する。すなわち、検出された圧力損失を流速が所定の流速値のときの圧力損失の値に換算して、これを特性式に代入することで、正確なPM堆積量MLを得ることができる。このため、ECU51のROMには、圧力損失を換算するためのマップや換算式を記憶している。なお、以下の説明において、PM堆積量に実際値と算出値とのいずれもMLで表すものとする。

【0059】

また、PM増加第1特性格線からPM増加第2特性格線への切り換えは、PM増加第1特性格線に基づいてPM堆積量MLを算出し、これが予め記憶した増加時遷移点堆積量に達すると切り換えるようにする。

【0060】

ステップS106ではPM堆積量算出値MLが再生開始量MLthに到達したか否かを判定する。再生開始量MLthは、機関背圧や出力の低下がさほどでなくパティキュレートフィルタ32の再生をしないことが許容される堆積量の上限値を考慮して設定する。

【0061】

ステップS106が肯定判断されると、ステップS112以降の処理（図8）を実行してパティキュレートフィルタ32の再生を行うが、PM堆積量算出値MLが再生開始量MLthに未だ到らず、ステップS106が否定判断されるとステップS107に進む。

【0062】

ステップS107、S108は排気微粒子燃焼状態検出手段としての処理で、ステップS107ではパティキュレートフィルタ32の状態を確認する。ここで、パティキュレートフィルタ32の状態の確認とは、パティキュレートフィルタ32に堆積した排気微粒子が低減する状態にあるかを推定することである。堆積排気微粒子の低減は、堆積排気微粒子の燃焼によって生じ、ここでは、DPF温度をPM燃焼開始温度と比較し、PM燃焼開始温度よりも高ければ、排気微粒子が低減する状態にあるとする。PM燃焼開始温度は、パティキュレートフィルタ32の堆積排気微粒子が燃焼しているとみなせる温度の下限値を考慮して設定される。また、DPF温度がPM燃焼開始温度よりも高いことだけを条件とするのではなく、当該条件が成立している時間が所定値以上あることをも条件に入れることで、排気微粒子が燃焼により低減しているとの判定の確度を高めるのもよい。また、エンジンの運転状態を示すその他の検出信号等を含めて総合的に判断するのも勿論よい。

【0063】

続くステップS108ではステップS107での結果が、排気微粒子が低減している状態であるとのものであるか否かを判定し、肯定判断されるとステップS109に進み、否定判断されるとステップS102に戻る。なお、PM堆積量が増加時遷移堆積量に達するまではDPF温度がPM燃焼開始温度よりも高くともステップS108は肯定判断されない。

【0064】

ステップS109～S113は燃焼排気微粒子積算手段としての処理で、ステップS109では特性式補正フラグをオンとし、ステップS110で、定常運転状態か否かを判定する。定常運転状態か否かは、例えば、パティキュレートフィルタ32の温度分布を推定し、温度分布が略均一のときには定常運転と判断する。ここで、温度分布の均一性は、前記DPF入口温度と前記DPF出口温度との差をパティキュレートフィルタ32の温度分布の幅とみなして、これが予め設定した基準値以下であれば定常運転状態と判断する。

【0065】

定常運転時には排気ガスが絶えず略同じ温度でパティキュレートフィルタ32に流入するので、温度分布が略均一であれば定常運転と判断することができる。非定常運転時にはパティキュレートフィルタ32に流入する排気ガスの温度がそれまでと変わる。例えば加速時には温度が上昇する。このとき、パティキュレートフィルタ32の入口32aと出口32bとで温度差が生じる。温度分布が均一でなければ非定常運転と判断することができる。

【0066】

定常運転状態か否かを判断するステップS110が肯定判断されるとステップS111に進む。ステップS111は第1の演算手段としての処理で、圧力損失 ΔP の減少量、およびエンジン本体1の気筒からのPM排出量に基づいて堆積排気微粒子の低減分である瞬時PM燃焼量を算出する。圧力損失 ΔP の減少量はメモリに記憶された前回の圧力損失 ΔP から今回の圧力損失 ΔP を減じた減算値である。瞬時PM燃焼量の算出後はステップS113に進む。

【0067】

一方、定常運転状態か否かを判断するステップS110が否定判断されるとステップS112に進む。ステップS112は第2の演算手段としての処理で、パティキュレートフィルタ32の温度に基づいて瞬時PM燃焼量を算出する。算出後はステップS113に進む。

【0068】

ステップS111およびステップS112は異なる方法で瞬時PM燃焼量を算出する。詳細は後述する。

【0069】

ステップS113は更新手段としての処理で、瞬時PM燃焼量を積算し、積算PM燃焼量を算出する。すなわち、メモリに記憶された前回の積算PM燃焼量に今回選択された方法で算出された今回の瞬時PM燃焼量を加算して、加算値により積算PM燃焼量を更新する。積算PM燃焼量は、PM堆積量算出値MLが増加時遷移堆積量を越えてから、堆積排気微粒子が燃焼により低減した低減量である。この、積算PM燃焼量を算出するステップS113の実行後、ステップS102に戻る。

【0070】

したがって、パティキュレートフィルタ32の再生が開始されるまでの間に、排気微粒子が低減する状態が一度、現れると、PM堆積量は補正後特性式に基づいて演算されることになる。そして、その補正後特性式は、排気微粒子が低減する状態が現れるごとに、さらに積算PM燃焼量により補正されていくことになる（ステップS104、S105、S107～S113）。

【0071】

前記通常の特性式および補正後の特性式について図9により説明する。図中、破線で示した堆積特性はパティキュレートフィルタ32の再生開始までに堆積排気微粒子が燃焼することなく、均一に堆積していったとしたときの堆積特性であり（以下、この堆積特性を標準堆積特性という）、標準堆積特性を表す特性線が前記通常の特性線である。前記のごとく、堆積特性は、増加時がPM増加第1特性線とPM増加第2特性線とからなり、低減時がPM低減第1特性線とPM低減第2特性線とからなる。したがって、堆積排気微粒子が燃焼すると、最初にPM低減第1特性線を辿って圧力損失 ΔP が低下することになる。このとき、パティキュレートフィルタ32の細孔内に詰まった排気微粒子が主に燃焼するから、燃焼後、再び堆積が進行するときの堆積特性は、燃焼により消失した細孔内の堆積排気微粒子の分、遷移点が標準堆積特性の遷移点よりも初期点側に近いものとなる。そして、PM堆積層の厚さの増大が支配要因となるPM増加第2特性線の傾きは変わらないとみてよい。したがって、この燃焼後の圧力損失 ΔP およびPM堆積量MLがしたがう堆積特性は、標準堆積特性に対して、PM増加第2特性線がPM堆積量ML軸の方向に前記積算PM燃焼量だけシフトしたものとなる。これが補正後の特性線である。

【0072】

これにより、PM堆積量の演算に用いられる堆積特性が適正化され、再生開始前において堆積排気微粒子が燃焼することがあっても、PM堆積量を高精度に得ることができる。標準堆積特性の場合には、PM堆積量算出値が実際のPM堆積量よりも小さくなるから、急速燃焼の発生を十分に回避することができない。このため、再生開始量を小さめに設定するなどの措置が必要になって再生頻度が増えるおそれがあるが、本発明によれば再生頻度を適正化することができる。

【0073】

なお、前記のごとくPM増加第2特性線のシフト量は燃焼により消失した細孔内の堆積排気微粒子の量であるから、上限が決まっており、基本的に増加時遷移点におけるPM堆積量以上にはならない。このときの堆積特性は、初期点を通り傾きが通常特性線と同じ直線で規定される。したがって、ステップS104で、補正量が標準堆積特性の増加時遷移点におけるPM堆積量を越えたら、該PM堆積量に固定する。

【0074】

ここで、補正後の特性式をより適正なものとするには、積算PM燃焼量の算出精度を高めることが重要である。本実施形態では、積算PM燃焼量は瞬時PM燃焼量を算出して得ており、瞬時PM燃焼量を算出する処理としてステップS110～S112を実行するようにしている。ステップS111は、圧力損失 ΔP の減少量およびPM排出量に基づいて瞬時PM燃焼量を算出するものであり、具体的には次のように行う。前記のごとく、堆積排気微粒子の燃焼は細孔内の排気微粒子を中心に進行するから、このときのPM堆積量の減少分に対する圧力損失 ΔP の減少分のゲインはPM低減第1特性線の傾きと同じである。一方、この間、新たにエンジン本体1の気筒から排出される排気微粒子はDPF壁表面の堆積層の厚さの増大に寄与するから、このPM堆積量の増大分に対する圧力損失 ΔP の増大分のゲインはPM増加第2特性線の傾きと同じである。換言すると、図10に示すように、排気微粒子燃焼中の圧力損失 ΔP に関し、PM低減第1特性線を辿って圧力損失 ΔP が低下した後（図10中、（1））、排気微粒子の堆積が進行して補正後のPM増加第2特性線を辿って圧力損失 ΔP が増大する（図10中、（2））と考えることができる。したがって、PM低減第1特性線の傾き（＝PM増加第1特性線の傾き）を $\alpha 1$ 、PM増加第2特性線の傾きを $\alpha 2$ 、圧力損失 ΔP の減少量を $d(\Delta P)$ 、エンジンPM排出量を PM_{out} 、として、式（1）となる。

$$\text{瞬時PM燃焼量} = [d(\Delta P) + \alpha 2 PM_{out}] / \alpha 1 \cdots (1)$$

【0075】

なお、排気微粒子の新たな堆積分であるPM排出量は、燃料噴射量、機関回転数などの運転状態とPM排出量とを対応させるマップをECU51のメモリに記憶しており、前記マップを参照して燃料噴射量などの運転状態に基づいてPM排出量を算出する。

【0076】

一方、ステップS112は、パティキュレートフィルタ32の温度に基づいて瞬時PM燃焼量を算出するものであり、具体的には次のように行う。排気微粒子の燃焼速度は、パティキュレートフィルタ32の温度に依存することから、パティキュレートフィルタ32の温度と瞬時PM燃焼量との対応関係を示すマップに基づいて算出する。マップは図11に示すように、パティキュレートフィルタ32の排気微粒子が燃焼可能となる最低温度であるPM燃焼開始温度以上の温度域で、瞬時PM燃焼量がパティキュレートフィルタ32の温度に応じて大きくなるように与えられる。

【0077】

圧力損失 ΔP の減少量およびPM排出量に基づいて瞬時PM燃焼量を算出する方法（ステップS111）と、パティキュレートフィルタ32の温度に基づいて瞬時PM燃焼量を算出する方法（ステップS112）とを比較すると、定常運転状態ではステップS111がより高精度に瞬時PM燃焼量を求めることができる。しかし、過渡状態のような非定常運転状態ではパティキュレートフィルタ32の温度分布の均一性が低下して圧力損失 ΔP の減少量と堆積量の減少量との対応関係を規定する前記傾き $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ が適正な値とはいえ

ず、ステップS111の方法は誤差が増大する。したがって、瞬時PM燃焼量を求めるにはステップS112の方が望ましい。本実施形態では、瞬時PM燃焼量を2種類の方法で算出可能として、これらを定常運転状態か否かに基づいて選択することで、より高精度に積算PM燃焼量を求めることができる。

【0078】

また、本実施形態では、瞬時PM燃焼量を算出するごとに特性線を補正しているが、瞬時PM燃焼量の大きさにはばらつきがあるから、積算PM燃焼量が所定量増加するごとに段階的に行うようにしてもよい。この場合、演算負担を軽減することができる。

【0079】

次に、PM堆積量算出値が再生開始量に到達した後の処理について説明する。ステップS106が肯定判断されると、ステップS114でパティキュレートフィルタ32を再生する。これは例えばポスト噴射等が用いられる。

【0080】

ステップS115では補正特性式によりPM堆積量MLを算出する。この補正特性式は初期点を通る直線とする。これはPM低減第2特性線と同じであり、パティキュレートフィルタ32の細孔内の排気微粒子が消失した後、再生の進行に応じてこの特性線を辿って圧力損失 ΔP が低下するからである。

【0081】

ステップS116では、PM堆積量算出値が再生開始堆積量である再生終了量に到達したか否かを判定する。否定判断されるとステップS115に戻り、肯定判断されるまでステップS115、S116が繰り返される。肯定判断されると、ステップS117でポスト噴射などを停止してパティキュレートフィルタ32の再生を終了する。この時PMは完全に燃焼除去されるため、特性式の補正は不要となり、ステップS118で特性式補正フラグをオフするとともに、ステップS119で積算PM燃焼量をリセットして、次の再生までの期間のPM堆積量の算出に備える。

【0082】

このように、本排気ガス浄化装置では、PM堆積量を正確に知ることによって適正な時期にパティキュレートフィルタ32の再生を実施することができるので、再生時期が早すぎて燃費が悪化したり、再生時期が遅すぎて内燃機関の出力の低下やパティキュレートフィルタ32での異常な昇温を招いたりするのを防止することができる。

【0083】

(第2実施形態)

図12、図13に本発明の第2実施形態になる排気ガス浄化装置のECUで実行される制御フローを示す。基本的な構成は第1実施形態のものと同じで、第1実施形態と実質的に同じ作動をする部分には同じ番号を付して第1実施形態との相違点を中心に説明する。

【0084】

ステップS201では前回エンジン停止時のPM堆積量の算出値、積算PM燃焼量、および特性式フラグを読み込む。特性式フラグは2種類あり、本説明では3、4として説明する。

【0085】

ステップS202は後述するS208とともに排気微粒子燃焼状態検出手段としての処理で、ステップS203～S206は再生決定手段としての処理である。ステップS202では第1実施形態のステップS107と同様にパティキュレートフィルタ32の状態を確認し、ステップS203ではステップS202での結果が、排気微粒子が低減している状態であるかのものを判定し、否定判断されるとステップS204に進み、肯定判断されるとステップS205に進む。

【0086】

ステップS204では排気微粒子が増加する特性式によりPM堆積量を算出する。すなわち、PM増加第1特性線とPM増加第2特性線である。これは、遷移PM堆積量まではPM増加第1特性線に基づいて算出し、遷移PM堆積量を越えるとPM増加第2特性線に

基づいて算出する。PM堆積量の算出後、ステップS207に進む。

【0087】

ステップS205では、積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量以下ならば特性フラグを3とし、PM低減遷移堆積量以上ならば特性フラグを4とする。ここで、PM低減遷移堆積量は、再生終了後からパティキュレートフィルタ32に排気微粒子が捕集されて細孔内に詰まっていき、増加時遷移点に到達した時点で細孔内に詰まっている排気微粒子の量と実質的に等価であり、積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量を越えると前記細孔内に詰まった排気微粒子の量が0になったとみなせる。積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量を越えるまでは、PM低減第1特性線を辿って圧力損失が低下し、PM低減遷移堆積量を越えた以降は、PM低減第2特性線を辿って圧力損失が低下することになる。

【0088】

ステップS206ではPM堆積量を算出する。ここで、特性フラグが3であれば、PM低減第1特性線に基づいてPM堆積量を算出し、特性フラグが4であれば、PM低減第2特性線に基づいてPM堆積量を算出する。PM低減第1特性線、PM低減第2特性線は、予め記憶されるPM増加第1特性線と異なり、随時設定される。また、PM増加第2特性線は第1実施形態における通常特性式に相当するものが初期値として記憶されるが、堆積排気微粒子が低減する状態になるとこれも随時、設定される。詳細は後述する。PM堆積量の算出後、ステップS207に進む。

【0089】

ステップS207では第1実施形態のステップS106と同様に、PM堆積量算出値MLが再生開始量MLthに到達したか否かを判定する。

【0090】

ステップS207が肯定判断されると、ステップS212以降の処理(図11)を実行してパティキュレートフィルタ32の再生を行うが、PM堆積量算出値MLが再生開始量MLthに未だ到らず、ステップS207が否定判断されるとステップS208に進む。

【0091】

ステップS208ではステップS203と同様にステップS202での結果が、排気微粒子が低減している状態であるかどうかを判定し、肯定判断されるとステップS209に進み、否定判断されるとステップS202に戻る。

【0092】

ステップS209～S212は燃焼排気微粒子積算手段としての処理で、ステップS209では第1実施形態のステップS110と同様に、定常運転状態かどうかを判定する。肯定判断されるとステップS210で第1実施形態のステップS111と同様に、圧力損失 ΔP の減少量、およびエンジン本体1の気筒からのPM排出量に基づいて瞬時PM燃焼量を算出する。定常運転状態かどうかを判定するステップS210が否定判断されるとステップS211に進み、ステップS211で第1実施形態のステップS112と同様に、パティキュレートフィルタ32の温度に基づいて瞬時PM燃焼量を算出する。ステップS210またはステップS211の実行後はステップS212で第1実施形態のステップS113と同様に、瞬時PM燃焼量を積算し、積算PM燃焼量を算出する。続くステップS213では算出された積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量以下であれば特性フラグを3とし、PM低減遷移堆積量以上であれば特性フラグを4とする。ステップS213の実行後、ステップS202に戻る。

【0093】

したがって、排気微粒子が低減する状態になれば、PM増加第1特性線とPM増加第2特性線とに基づいてPM堆積量が演算され、排気微粒子が低減する状態になれば、PM低減第1特性線とPM低減第2特性線とに基づいてPM堆積量が演算される。(ステップS203～S206, S208～S213)。ここで、積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量以上であればPM低減第1特性線となり、PM低減遷移堆積量以上であればPM低減第2特性線となる。

【0094】

パーティキュレートフィルタ 32 の再生が開始されるまでの間において圧力損失 ΔP および PM 堆積量 ML がしたがう堆積特性、および、PM 堆積量 ML の算出に用いられる特性式について図 14 により説明する。PM 堆積量が PM 増加遷移堆積量に達するまでは細孔内に排気微粒子が詰まることが圧力損失 ΔP の増加の支配要因であり、この間に堆積排気微粒子が燃焼により低減することがあっても、PM 増加第 1 特性線を進んで初期点方向に戻るだけである。そして、PM 増加遷移堆積量を越えて、PM 増加第 2 特性線上を圧力損失 ΔP が増加していくが、その途中で、堆積排気微粒子が低減する状態になると、その時点の圧力損失 ΔP および PM 堆積量算出値 ML を通る PM 低減第 1 特性線が設定され、該 PM 低減第 1 特性線に基づいて PM 堆積量が算出される。PM 低減第 1 特性線は、図 6 に示したごとく直線の傾き（ゲイン）が PM 増加第 1 特性線と同じに設定される。また、堆積排気微粒子が低減する状態に切り換わった時点における圧力損失 ΔP および PM 堆積量算出値 ML は、これと実質的に等価な、前回の圧力損失 ΔP および PM 増加第 2 特性線に基づいて算出された PM 堆積量算出値 ML が用いられる。

【0095】

そして、再び排気微粒子が低減する状態から増加する状態に戻ると、その時点の圧力損失 ΔP および PM 堆積量算出値を通る PM 増加第 2 特性線が設定され、該 PM 増加第 2 特性線に基づいて PM 堆積量が算出される。PM 増加第 2 特性線は、直線の傾き（ゲイン）が第 1 実施形態記載の前記標準堆積特性の PM 増加第 2 特性線と同じである。堆積排気微粒子が増加する状態に切り換わった時点における圧力損失 ΔP および PM 堆積量算出値 ML は、これと実質的に等価な、前回の圧力損失 ΔP および PM 低減第 1 特性線に基づいて算出された PM 堆積量算出値 ML が用いられる。その後、再び排気微粒子が低減する状態になると、その時点の圧力損失 ΔP および PM 堆積量算出値を通る PM 低減第 1 特性線が設定される。

【0096】

このようにして、排気微粒子が低減する状態とそうではない状態とが交互に現れると PM 低減第 1 特性線と PM 増加第 2 特性線とが交互に設定される。そして、積算 PM 燃焼量が増加する。積算 PM 燃焼量は、排気微粒子が低減状態となっている間における PM 堆積量算出値の低減量（図 14 中、PM 低減第 1 特性量）の総量であり、これが PM 低減遷移堆積量に達すると、すなわち、細孔内に詰まった排気微粒子がすべて燃焼により消失すると、PM 低減第 2 特性線に設定される。PM 低減第 2 特性線は、PM 低減第 1 特性線よりも緩い PM 増加第 2 特性線と同じ傾きであり、初期点を通る特性線である。細孔内に詰まった排気微粒子がすべて燃焼により消失した状態では、PM 低減第 2 特性線は PM 増加第 2 特性線と等価であり、PM 低減第 2 特性線に設定されると、以降は排気微粒子が低減する状態のときも増加する状態のときも PM 低減第 2 特性線に基づいて PM 堆積量が算出される。

【0097】

このように、PM 堆積量の演算に用いられる堆積特性が適正化され、再生開始前において堆積排気微粒子が燃焼することがあっても、PM 堆積量を高精度に得ることができる。前記標準堆積特性の場合には、PM 堆積量算出値が実際の PM 堆積量よりも小さくなるから、急速燃焼の発生を十分に回避することができない。このため、再生開始量を小さめに設定するなどの措置が必要になって再生頻度が増えるおそれがあるが、本発明によれば再生頻度を適正化することができる。

【0098】

なお、本実施形態では、エンジンの運転状態に基づいて瞬時 PM 燃焼量を算出し、積算 PM 燃焼量を求めているが、特性線に基づいて求めてもよい。すなわち、排気微粒子が低減状態ではない状態から低減状態に切り換わって PM 堆積量算出値が PM 低減第 1 特性線に基づいて算出される間は PM 堆積量算出値が低減していくことになるが、この低減量を積算して、積算値を積算 PM 燃焼量とする。

【0099】

次に、PM 堆積量算出値が再生開始量に到達した後の処理について説明する。ステップ

S207が肯定判断されると、ステップS214でパティキュレートフィルタ32を再生する。これは例えばポスト噴射等が用いられる。

【0100】

ステップS213では積算PM燃焼量がPM低減遷移堆積量以下であれば特性式フラグを3とし、PM低減遷移堆積量以上であれば特性式フラグを4とする。ステップS214では、特性フラグが3であれば、PM低減第1特性線に基づいてPM堆積量を算出し、特性フラグが4であれば、PM低減第2特性線に基づいてPM堆積量を算出する。

【0101】

ステップS217では、PM堆積量算出値が再生終了量に到達したか否かを判定する。否定判断されるとステップS215に戻り、肯定判断されるまでステップS215～S217が繰り返される。肯定判断されると、ステップS218でポスト噴射などを停止してパティキュレートフィルタ32の再生を終了する。そして、ステップS219で特性式フラグをリセットするとともに、ステップS220で積算PM燃焼量をリセットして、次の再生までの期間のPM堆積量の算出に備える。

【0102】

このように、本排気ガス浄化装置では、PM堆積量を正確に知ることによって適正な時期にパティキュレートフィルタ32の再生を実施することができるので、再生時期が早すぎて燃費が悪化したり、再生時期が遅すぎて内燃機関の出力の低下やパティキュレートフィルタ32での異常な昇温を招いたりすることを防止することができる。

【0103】

なお、堆積特性は、PM増加第1特性線とPM低減第1特性線とが平行で、かつ、PM増加第2特性線とPM低減第2特性線とが平行なものとして説明したが、PMの燃焼状態はDPF内の温度分布等により部位により異なることもあるため、必ずしも図6のものが最も適合するとは限らず、図15に示すように、PM増加第2特性線とPM低減第2特性線とが非平行なものとしてもよい。あるいは、図16に示すように、PM増加第1特性線とPM低減第1特性線とが非平行なものとしてもよい。

【0104】

また、増加特性、低減特性は、それぞれを2本の直線で表さずに、図17に示すように、PM増加特性が上に凸すなわち圧力損失が高い方に凸となるようにPM堆積量の増加とともに圧力損失が上昇する特性であり、PM低減特性が下に凸すなわち圧力損失が低い方に凸となるようにPM堆積量の低減とともに圧力損失が低下する特性としてもよい。この場合、図18、図19に示すように、低減特性、増加特性のうち一方は2本の直線で規定される特性としてもよい。

【0105】

また、前記各実施形態において、圧力損失 ΔP に基づくPM堆積量の演算は、運転状態が所定の運転状態のときには禁止するようにしてもよい。例えば、圧力損失 ΔP は排気流量の二乗を含む多項式で表されることから、排気流量が少ないと十分な圧力損失 ΔP が得られないため、PM堆積量の測定精度は悪くなる。排気流量が基準値以下のときを、圧力損失 ΔP に基づくPM堆積量の演算を禁止する前記所定の運転状態とする。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明の排気ガス浄化装置を適用した内燃機関の構成図である。

【図2】前記排気ガス浄化装置のパティキュレートフィルタにおいて、排気微粒子が堆積していくときの堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図3】(A)、(B)、(C)は、それぞれ前記パティキュレートフィルタに排気微粒子が堆積していく状態を示す堆積量の異なる図である。

【図4】前記パティキュレートフィルタにおいて、堆積した排気微粒子が燃焼、消失していくときの堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図5】(A)、(B)、(C)は、それぞれ前記パティキュレートフィルタの堆積排気微粒子が燃焼、消失していく状態を示す堆積量の異なる図である。

【図 6】前記パティキュレートフィルタにおいて、排気微粒子が堆積していくときと、堆積した排気微粒子が燃焼、消失していくときとを併せた、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 7】前記内燃機関の各部を制御する ECU で実行される制御内容を示す第 1 のフローチャートである。

【図 8】前記 ECU で実行される制御内容を示す第 2 のフローチャートである。

【図 9】前記 ECU で実行される制御内容を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 10】前記 ECU で実行される制御内容を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示す別のグラフである。

【図 11】前記 ECU で実行される制御内容を説明するための、パティキュレートフィルタ温度と瞬時 PM 燃焼量との関係を示す別のグラフである。

【図 12】本発明の別の排気ガス浄化装置を適用した内燃機関の ECU で実行される制御内容を示す第 1 のフローチャートである。

【図 13】前記 ECU で実行される制御内容を示す第 2 のフローチャートである。

【図 14】前記 ECU で実行される制御内容を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 15】本発明の第 1 の変形例を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 16】本発明の第 2 の変形例を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 17】本発明の第 3 の変形例を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図 18】本発明の第 4 の変形例を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

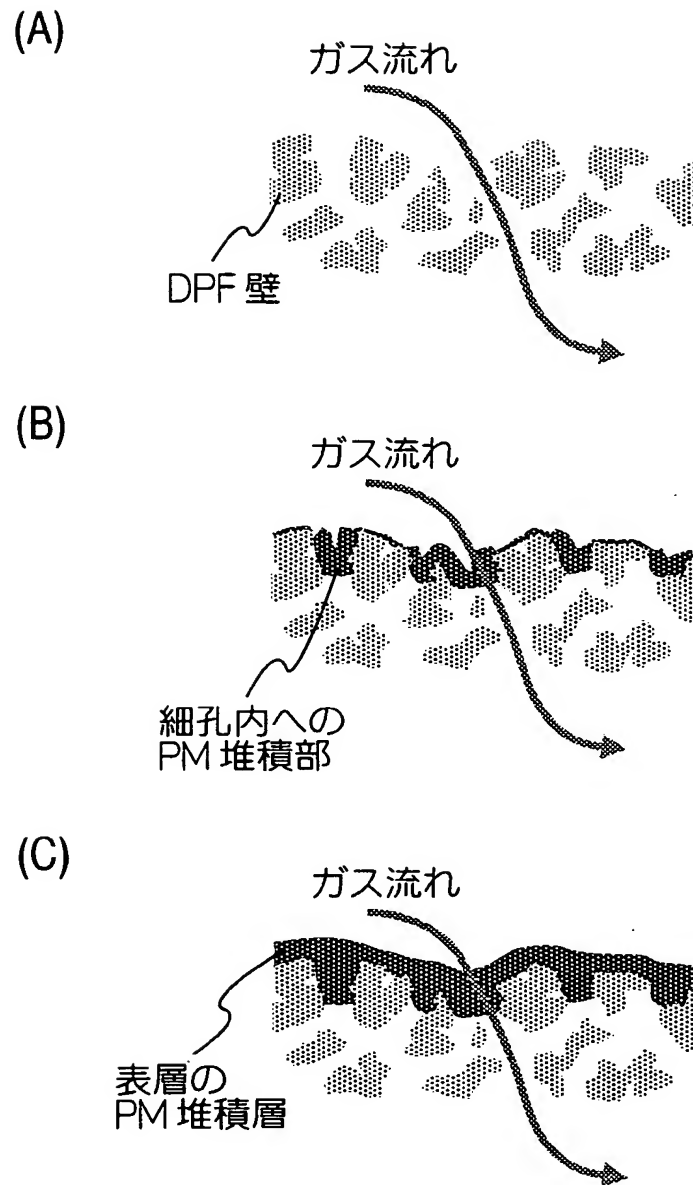
【図 19】本発明の第 5 の変形例を説明するための、堆積量と圧力損失との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

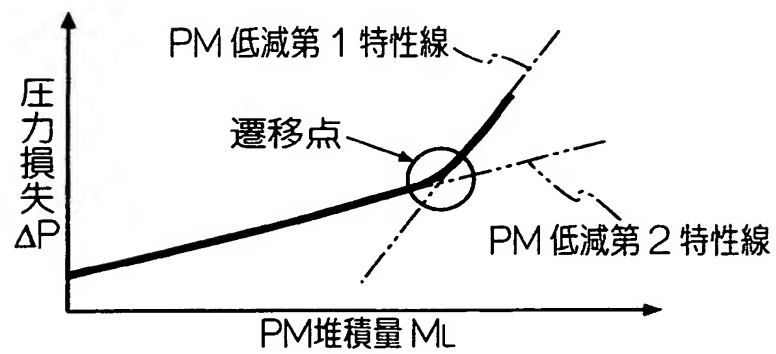
【0107】

- 1 エンジン本体
- 2 吸気通路
 - 21 吸気マニホールド
- 3 排気通路
 - 31 排気マニホールド
 - 32 パティキュレートフィルタ
 - 32a 入口
 - 32b 出口
- 4 本体
 - 51 ECU (再生決定手段、補正手段、排気微粒子燃焼状態検出手段、燃焼排気微粒子積算手段、第 1 の演算手段、第 2 の演算手段、定常運転判定手段、更新手段)
 - 52 エアフローメータ
 - 53 温度センサ
 - 54 差圧センサ (圧力損失検出手段)

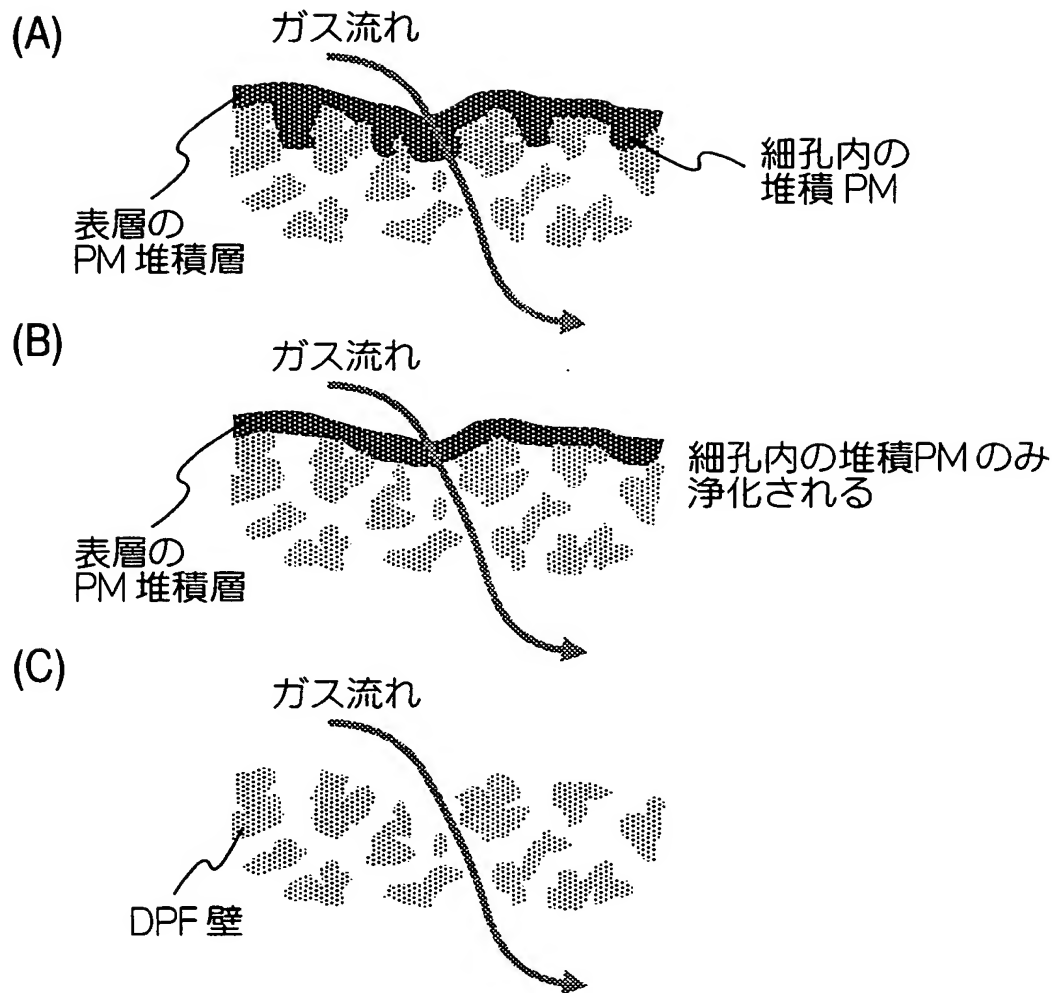
【図 3】



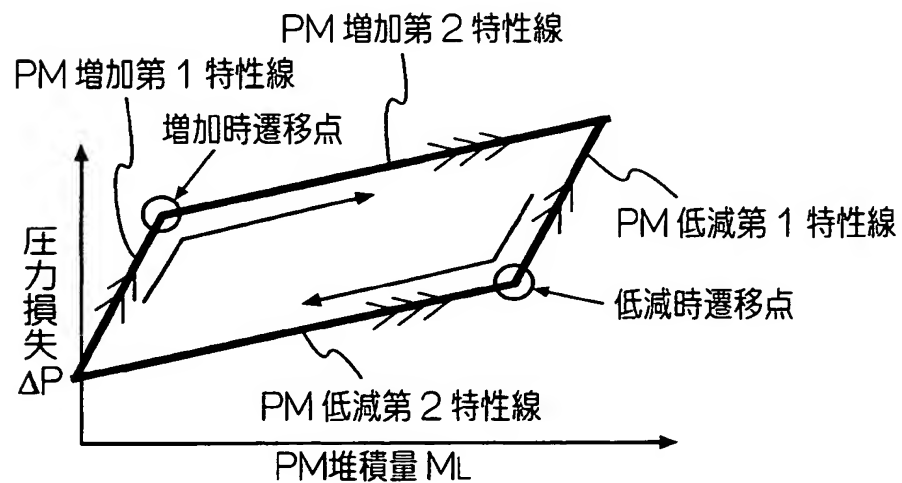
【図 4】



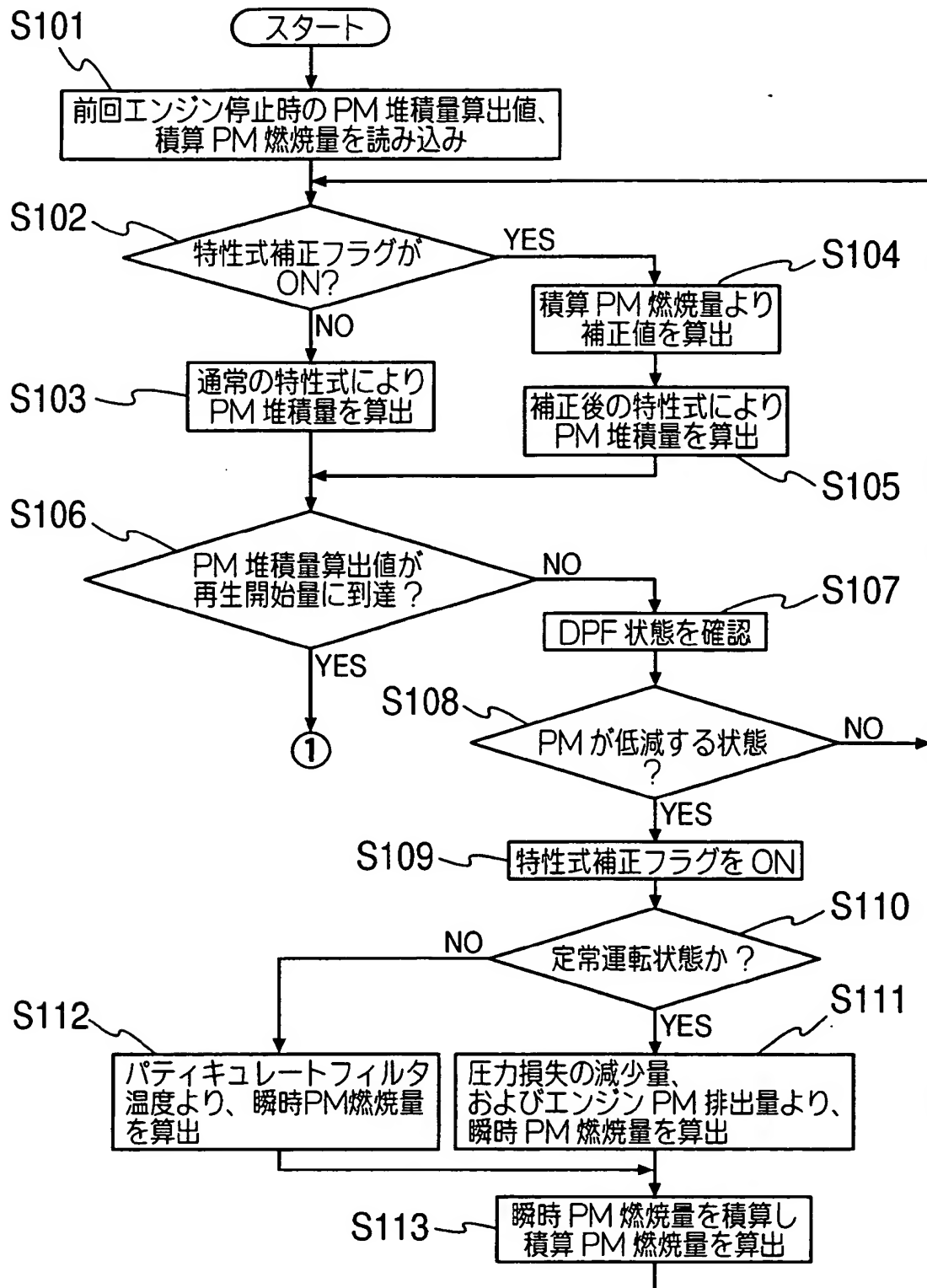
【図 5】



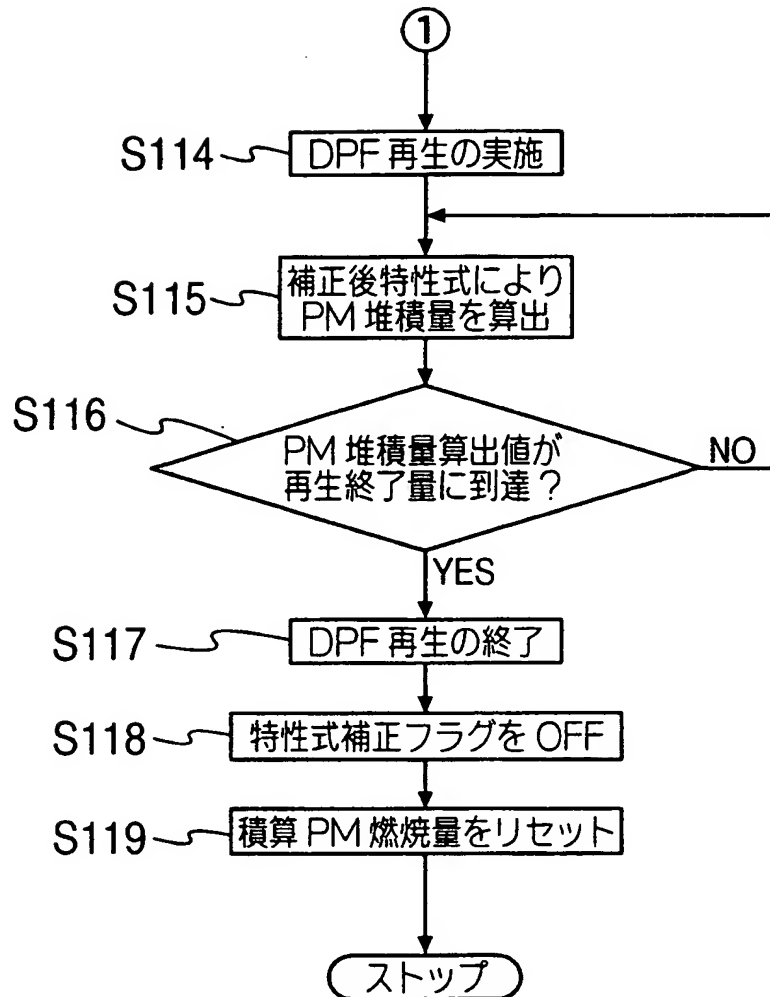
【図 6】



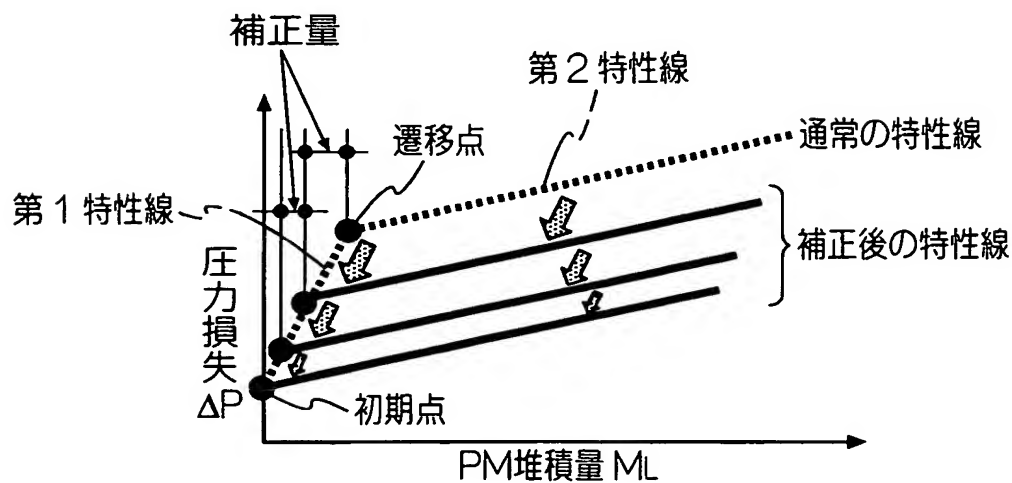
【図 7】



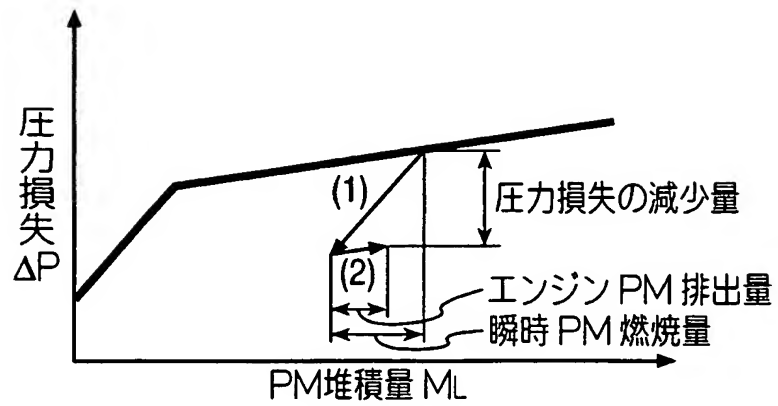
【図 8】



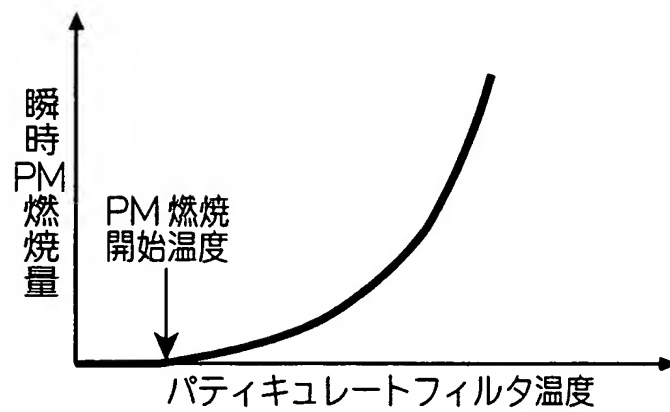
【図 9】



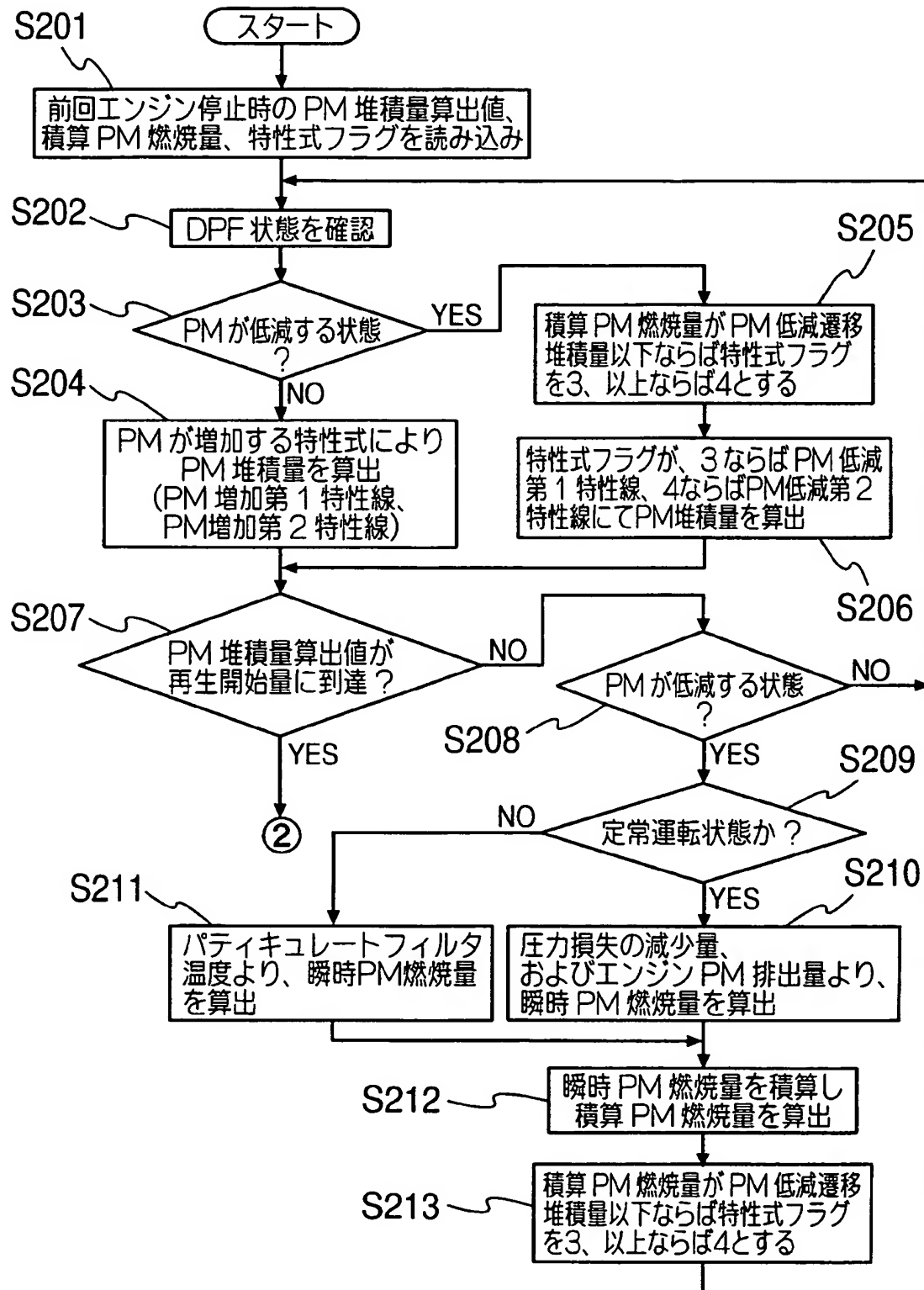
【図 10】



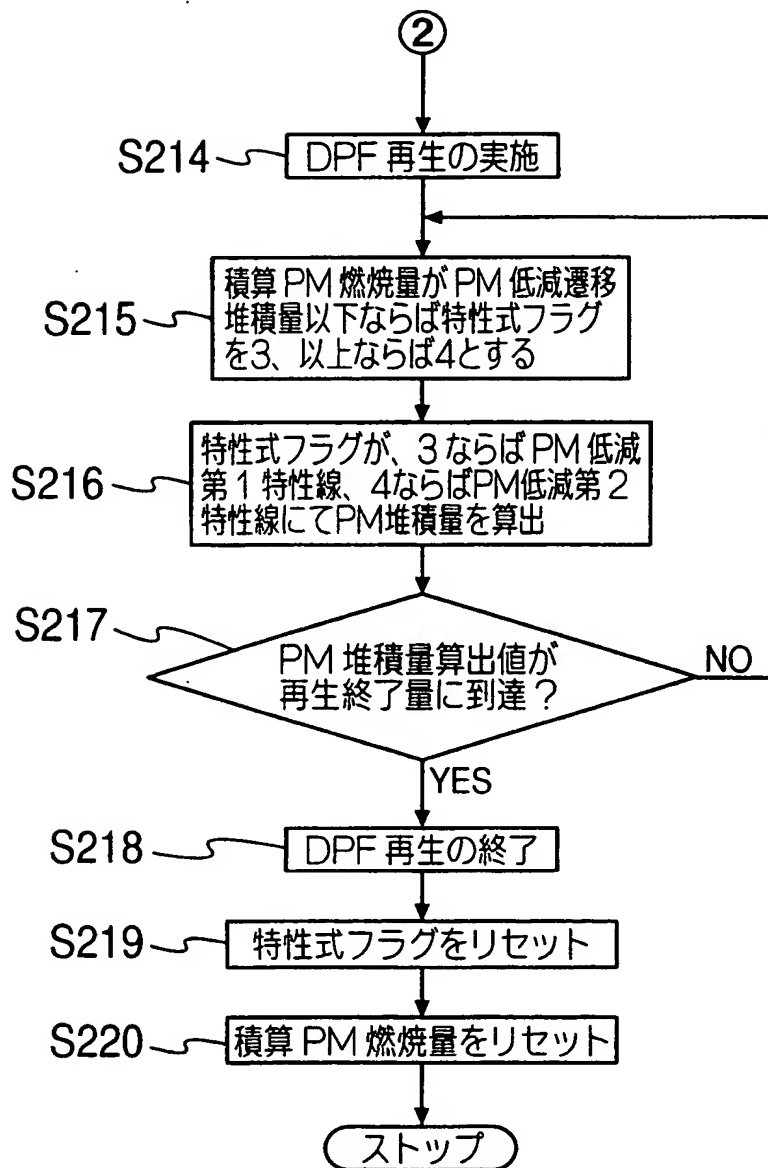
【図 11】



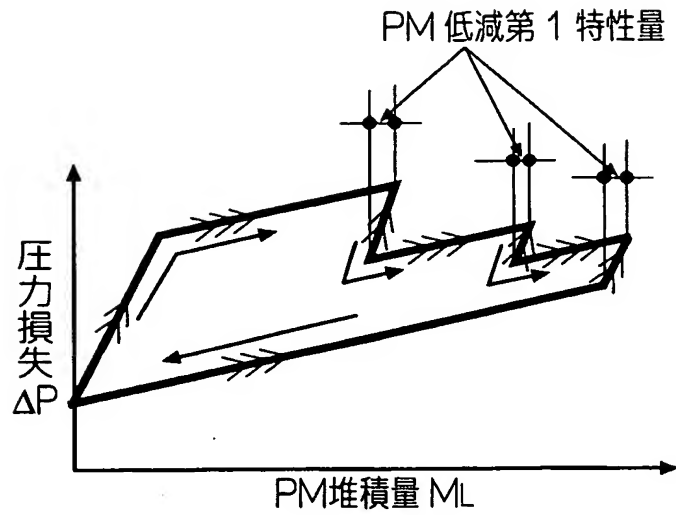
【図 12】



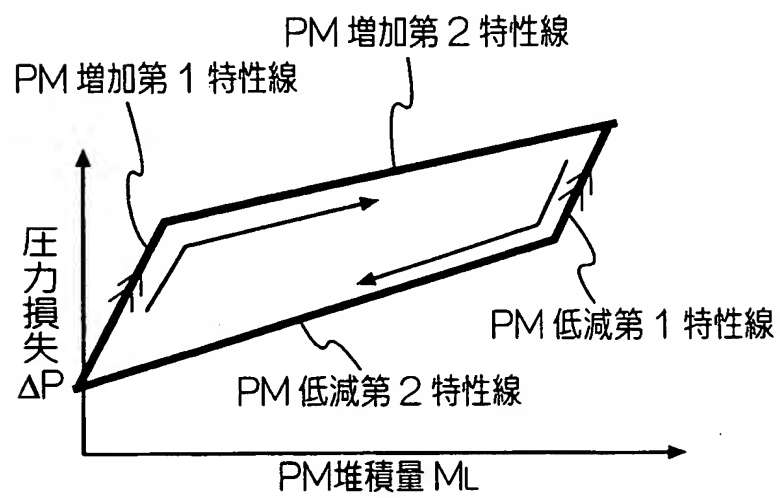
【図 13】



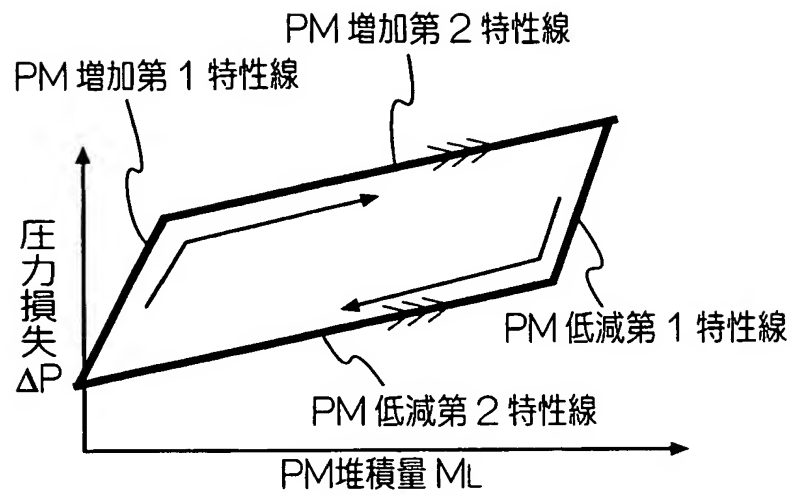
【図 14】



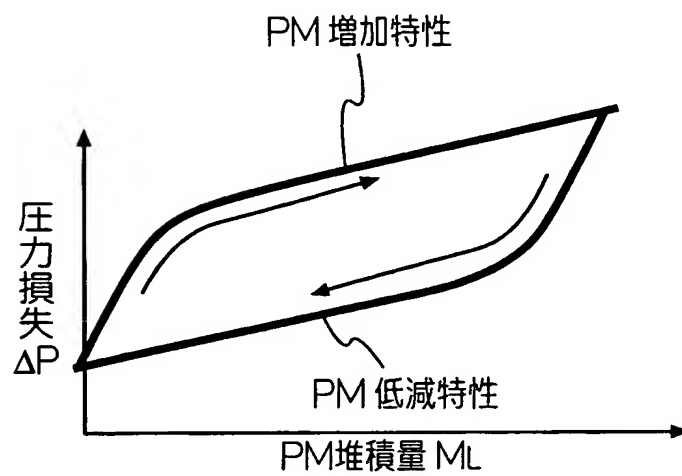
【図 15】



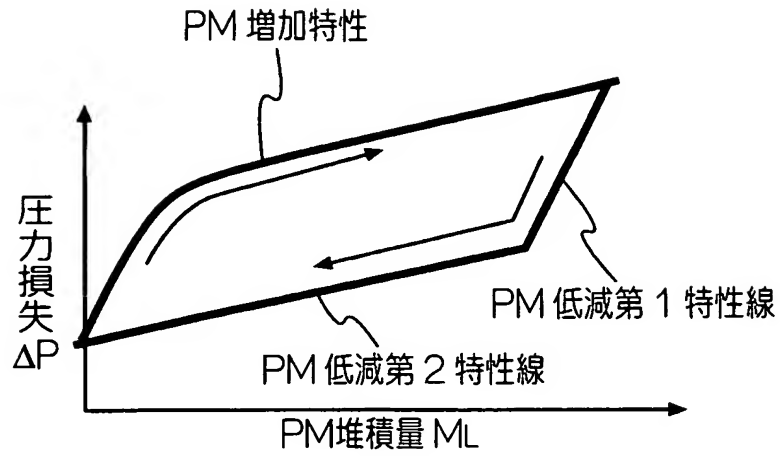
【図 16】



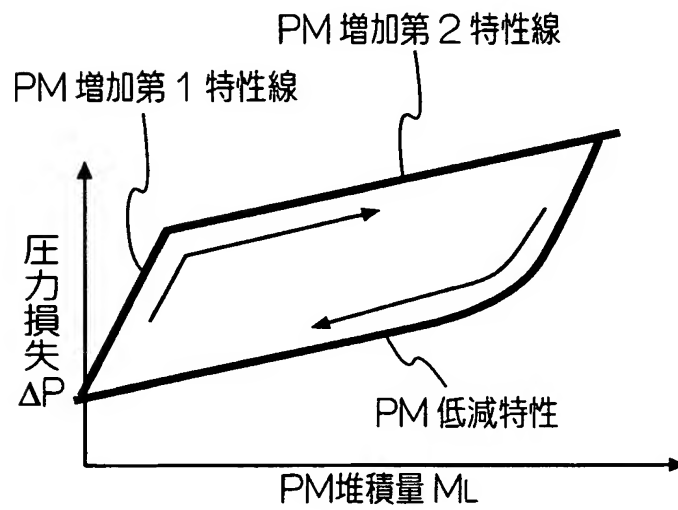
【図 17】



【図 1 8】



【図 1 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF）の再生時期を正確に判じることができるようになることである。

【解決手段】 DPF 32 の排気微粒子の堆積量に応じて圧力損失が増加する増加特性を規定する特性線を、遷移点を越えると傾きが緩くなる 2 本の直線で表し、前記特性線に基づき、ECU 51 が差圧センサ 54 から知られる圧力損失 ΔP から堆積量 ML を算出する。そして、DPF 32 において堆積排気微粒子が燃焼状態にあると判断すると、傾きの小さな第 2 の特性線を、堆積量の大側に平行にシフトする補正をする。これにより、後から堆積する DPF 32 の隔壁表面の堆積排気微粒子に先んじて細孔内の堆積排気微粒子が燃焼することによって前記特性線がずれても、これに ECU 51 が記憶する増加特性を追随させることで、高精度に堆積量が知られるようにする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 1 5 5 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー